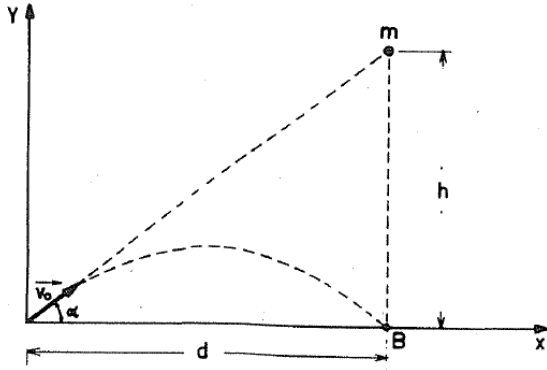


Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 novembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un cannone C è puntato sulla sfera di massa  $m$  posta all'altezza  $h = 5$  m dal livello del suolo e ad una distanza orizzontale  $d = 2.5$  m, inizialmente in quiete. All'istante  $t = 0$  il cannone spara e la sfera  $m$  viene lasciata cadere. Determinare la velocità iniziale  $v_0$  del proiettile affinché esso colpisca  $m$  al livello del suolo.

6 punti



*Soluzione:* Indichiamo con il pedice "p" le grandezze relative al proiettile e "s" le grandezze relative alla sfera. Scelti i due assi di riferimento xy come in figura, la legge oraria proiettata sugli assi, per il proiettile si scrive (con le condizioni iniziali dette):

$$x_p = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y_p = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t$$

Analogamente, per il moto della sfera:

$$x_s = d$$

$$y_s = -\frac{1}{2}gt^2 + h$$

Perché la sfera ed il proiettile si urtino al suolo, dovrà essere:  $x_s = x_p = d$  e  $y_s = y_p = 0$ . Sostituendo nelle precedenti:

$$t_1 = \frac{d}{v_0 \cos \alpha}$$

e sostituirlo a  $t$  nelle equazioni per  $y=0$ :

$$0 = h - \frac{1}{2}g \left( \frac{d}{v_0 \cos \alpha} \right)^2$$

Dunque

$$v_0 = \sqrt{\frac{gd^2}{2h \cos^2 \alpha}}$$

Rimane da calcolare l'angolo  $\alpha = \arctan h/d$  o  $\cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2+h^2}}$ , dunque:

$$v_0 = \sqrt{\frac{g(d^2 + h^2)}{2h}}$$

ESERCIZIO 2. Un corpo di massa  $m_1 = 1$  kg è inizialmente posto su un piano inclinato liscio di angolo  $\alpha = 60^\circ$  rispetto all'orizzontale. Il corpo viene lanciato con velocità  $v_0 = 3$  m/s e, percorsa la distanza  $d = 8$  m lungo il piano inclinato, raggiunge un piano orizzontale che nella parte iniziale è liscio e quindi scabro con coefficiente di attrito  $\mu_d = 0.2$ , per una distanza  $L = 4$  m, e quindi di nuovo liscio. Alla fine del piano orizzontale, si trova un'asta di lunghezza  $L_a = 5$  m e massa  $m_a = 3$  kg, incernierata nel punto O, che si trova ad un'altezza  $h = 2.5$  m, attorno al quale può ruotare senza attrito. All'estremo inferiore dell'asta è fissata una massa  $m_2 = 1$  kg ed a metà tra il punto O e l'estremo superiore dell'asta, un'altra massa  $m_3 = 3$  kg. Il corpo  $m_1$  compie un urto completamente anelastico e rimane attaccato al corpo  $m_2$ .

10 punti

1. Calcolare la velocità del corpo  $m_1$  alla base del piano inclinato
2. Calcolare la velocità del corpo  $m_1$  all'istante dell'urto
3. Calcolare la velocità angolare del sistema composto dall'asta con le masse attaccate, immediatamente dopo l'urto
4. Determinare se l'asta si ribalta

*Soluzione:* Col teorema dell'energia:  $\frac{1}{2}m_1v_0^2 + m_1gd\sin\alpha = \frac{1}{2}m_1v_1^2$ . Dunque:

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gd\sin\alpha} = 12.04 \text{ m/s}$$

La velocità alla fine del piano scabro è data sempre dal teorema dell'energia considerando il lavoro delle forze d'attrito:  $\frac{1}{2}m_1v_1^2 - m_1g\mu_dL = \frac{1}{2}m_1v_2^2$ , dunque:

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2g\mu_dL} = 11.37$$

Applichiamo il teorema della conservazione del momento della quantità di moto prima e dopo l'urto:

$$m_1v_2h = I\omega$$

dove  $I = m_aL_a^2/12 + (m_1 + m_2)h^2 + m_3(\frac{L_a-h}{2})^2$  Per trovare  $\omega = m_1v_2h/I$  Il centro di massa del sistema si trova a  $[ML_a/2 - (m_1 + m_2)L_a/2 + m_3L_a/4]/M$  dalla base dell'asta  $(L_a/4M)(2M - 2m_1 - 2m_2 + m_3)$

ESERCIZIO 3. Si riscalda, su un fornello a fuoco lento per un tempo  $\Delta t$ , una pentola contenente inizialmente 11 litri di acqua ed una quantità ignota di ghiaccio in equilibrio a  $T_0 = 0^\circ C$ . Durante la prima metà del tempo la temperatura rimane a  $0^\circ C$  mentre nella seconda cresce linearmente fino a raggiungere  $T_f = 21^\circ C$ . Assumendo che la potenza fornita dal fornello resti costante, e trascurando le perdite e la capacità termica della pentola, determinare la massa iniziale del ghiaccio (si ricorda che  $c_{H_2O} = 4.18 \text{ kJ}/(\text{kg K})$  e  $\lambda_{fus} = 333 \text{ kJ/kg}$ ).

10 punti

*Soluzione:*  $Q = P \cdot t$ , inizialmente  $P \cdot t/2 = \lambda_{fus} m_g$  e dopo:  $P \cdot t/2 = (m_{H_2O} + m_g) c_{H_2O} (T - T_0)$ . Sottraendo membro a membro:

$$\lambda_{fus} m_g - (m_{H_2O} + m_g) c_{H_2O} (T - T_0) = 0$$

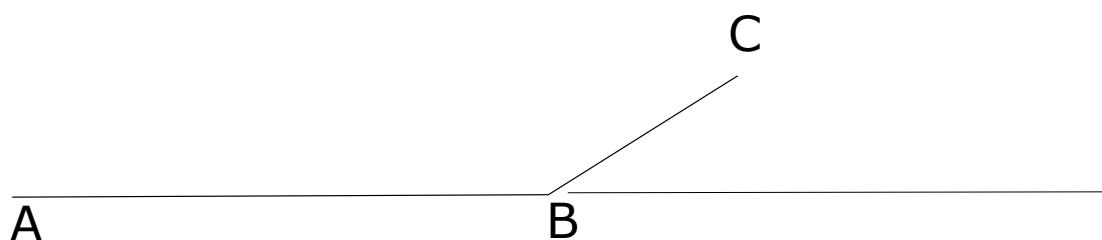
da cui:

Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 novembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un motociclista acrobatico esegue un salto dalla piattaforma, come in figura. Parte dal punto A con velocità zero ed accelerazione costante  $a_1 = 3 \text{ m/s}^2$  fino al punto B, distante 50 m. Quindi sale la piattaforma BC, di lunghezza  $BC = 10 \text{ m}$ , con accelerazione costante  $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$  fino al punto C, dove stacca. L'angolo che la piattaforma forma con l'asse orizzontale è  $\vartheta = 30^\circ$ .

10 punti

1. Calcolare il modulo della velocità in B e della velocità di stacco in C
2. Calcolare la altezza della quota massima.
3. Calcolare la velocità del centro di massa immediatamente prima di toccare terra
4. Supponendo che quando tocca terra conservi la velocità del centro di massa e che quindi freni con accelerazione dipendente dal tempo  $a_3 = -0.5t$ , calcolare lo spazio di frenata.



Soluzione: ...

ESERCIZIO 2. Un corpo di massa  $m_1 = 3$  kg è inizialmente posto su un piano inclinato liscio di angolo  $\alpha = 60^\circ$  rispetto all'orizzontale. Il corpo viene lanciato con velocità  $v_0 = 2$  m/s e, percorsa la distanza  $d = 8$  m lungo il piano inclinato, raggiunge un piano orizzontale che nella parte iniziale è liscio e quindi scabro con coefficiente di attrito  $\mu_d = 0.2$ , per una distanza  $L = 5$  m, e quindi di nuovo liscio. Alla fine del piano orizzontale, si trova un'asta di lunghezza  $L_a = 5$  m e massa  $m_a = 3$  kg, incernierata nel punto O, che si trova ad un'altezza  $h = 2.5$  m, attorno al quale può ruotare senza attrito. All'estremo inferiore dell'asta è fissata una massa  $m_2 = 1$  kg ed a metà tra il punto O e l'estremo superiore dell'asta, un'altra massa  $m_3 = 3$  kg. Il corpo  $m_1$  compie un urto completamente anelastico e rimane attaccato al corpo  $m_2$ .

10 punti

1. Calcolare la velocità del corpo  $m_1$  alla base del piano inclinato
2. Calcolare la velocità del corpo  $m_1$  all'istante dell'urto
3. Calcolare la velocità angolare del sistema composto dall'asta con le masse attaccate, immediatamente dopo l'urto
4. Determinare se l'asta si ribalta

*Soluzione:* Col teorema dell'energia:  $\frac{1}{2}m_1v_0^2 + m_1gd\sin\alpha = \frac{1}{2}m_1v_1^2$ . Dunque:

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gd\sin\alpha} = 11.83 \text{ m/s}$$

La velocità alla fine del piano scabro è data sempre dal teorema dell'energia considerando il lavoro delle forze d'attrito:  $\frac{1}{2}m_1v_1^2 - m_1g\mu_dL = \frac{1}{2}m_1v_2^2$ , dunque:

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2g\mu_dL} = 10.97$$

Applichiamo il teorema della conservazione del momento della quantità di moto prima e dopo l'urto:

$$m_1v_2h = I\omega$$

dove  $I = m_aL_a^2/12 + (m_1 + m_2)h^2 + m_3(\frac{L_a-h}{2})^2$  Per trovare  $\omega = m_1v_2h/I$  Il centro di massa del sistema si trova a  $[ML_a/2 - (m_1 + m_2)L_a/2 + m_3L_a/4]/M$  dalla base dell'asta  $(L_a/4M)(2M - 2m_1 - 2m_2 + m_3)$

ESERCIZIO 3. Un recipiente cilindrico di altezza  $h = 2$  m, sezione  $S = 52 \text{ cm}^2$ , è riempito di acqua fino al bordo e bloccato su di un piano. Se si fora a  $d = 36$  cm dal piano, si rileva che dopo un secondo il livello dell'acqua è calato di  $\Delta h = 1.2$  mm.

10 punti

1. si scriva l'espressione della velocità di uscita dell'acqua dal foro e se ne determini il valore (si assuma costante la velocità di abbassamento del livello dell'acqua nel cilindro).
2. qual'è la sezione del foro? Si consideri l'acqua un fluido ideale.

*Soluzione:* La portata è data dal volume d'acqua che esce in un secondo:

$$Port = \frac{S\Delta h}{\Delta t} = 0.000006 \text{ m}^3/s = 0,006 \text{ l/s}$$

La velocità dell'acqua in uscita è data da:

$$v = \sqrt{2g(h-d)} = 5.67 \text{ ms}^{-1}$$

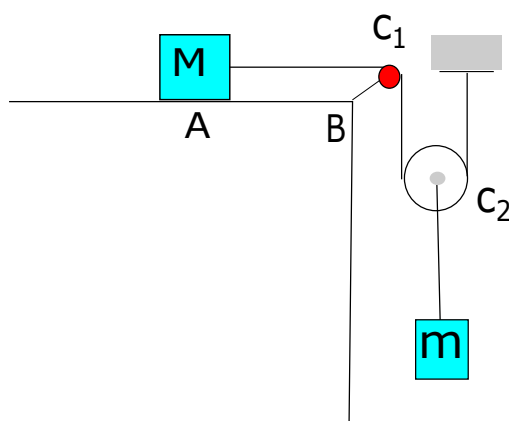
La portata sarà anche uguale alla velocità dell'acqua in uscita per la sezione  $A$  del foro:  $Port = vA$  e dunque la sezione sarà:

$$A = \frac{Port}{v} = 1,06 \text{ mm}^2$$

Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 novembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un blocco di massa  $M = 63 \text{ g}$  è posto su un piano orizzontale e fissato ad un sostegno attraverso una fune inestensibile e di massa trascurabile. La fune passa prima su una carrucola fissa  $C_1$  e poi su una seconda carrucola mobile  $C_2$ , entrambe senza attrito e massa trascurabile. A  $C_2$  è appeso un corpo di massa  $m$ . Il piano AB è lungo  $l = 20 \text{ cm}$  ed ha un coefficiente d'attrito  $\mu = 0.6$ . Determinare il valore di  $m$  perché il blocco, inizialmente fermo in A, arrivi in B con velocità  $v = 1 \text{ ms}^{-1}$ .

10 punti



*Soluzione:* L'equazione fondamentale della dinamica per la massa  $m$ , con l'asse verticale rivolto verso l'alto, e la massa  $M$  con l'asse orizzontale orientato verso ds si scrive:

$$2T - mg = ma$$

$$T - F_A = Ma$$

$$F_A = \mu g M$$

Dalla prima:  $T = \frac{m(g-a)}{2}$  e, sostituendo nella seconda),  $2(Ma + F_A) = m(g - a)$  da cui:

$$a = g \frac{m - 2\mu M}{2M + m} \quad (1)$$

Il blocco si muove con accelerazione costante partendo da fermo, dunque:

$$v^2 = 2al = 2gl \frac{m - 2\mu M}{2M + m}$$

Invertendo, possiamo trovare  $m$  in funzione di  $v^2$  e successivamente porre  $v^2 = 1 \text{ m}^2\text{s}^{-2} = 10^4 \text{ cm}^2\text{s}^{-2}$ :

$$m = 2M \frac{v^2 + 2\mu gl}{2gl - v^2} = 144,55$$

ESERCIZIO 2. Un'asta sottile omogenea, avente massa  $m = 3$  g e lunghezza  $d = 51$  m ruota nel piano orizzontale attorno ad un asse verticale passante per il suo centro O con velocità angolare  $\omega_0 = 49$  rad/s. Si vuole fermarla in un intervallo di tempo  $\Delta t = 10$ s applicando un momento frenante costante. Determinare:

10 punti

1. il momento frenante;
2. il numero di giri compiuto prima di fermarsi

*Soluzione:* Utilizziamo l'equazione cardinale della dinamica rotazionale:  $M = I\dot{\omega}$ , in cui l'accelerazione angolare la possiamo ricavare dal fatto che la decelerazione è costante e termina con  $\omega = 0$ . Dunque:  $\frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_0}{\Delta t}$ ., Visto che  $I = \frac{md^2}{12}$ :

$$M = \frac{md^2\omega_0}{12\Delta t} = 3,19 \text{ Nm}$$

Il numero di giri lo ricaviamo integrando l'equazione della dinamica rotazionale:

$$2\pi N = \omega_0\Delta t - \frac{1}{2}\dot{\omega}(\Delta t)^2 = \omega_0\Delta t \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

dunque:  $N = \frac{\omega_0\Delta t}{4\pi} = 39$



ESERCIZIO 3. Un cilindro di ottone di sezione  $S = 28 \text{ cm}^2$  contiene un volume  $V_0 = 200 \text{ cm}^3$  di glicerina compresso da un pistone di massa trascurabile che è schiacciato da una forza  $F = 566 \text{ N}$ . Trascurando la dilatazione dell'ottone e scaldando il recipiente da  $t_1 = 60^\circ\text{C}$  a  $t_2 = 146^\circ\text{C}$ , calcolare:

10 punti

1. l'aumento di volume della glicerina;
2. il lavoro compiuto dalla glicerina contro la forza  $F$ ;
3. la quantità di calore  $\Delta Q$  assorbita dalla glicerina

sapendo che la densità della glicerina a  $60^\circ\text{C}$  è  $\varrho = 1,26 \text{ g cm}^{-3}$  ed il suo calore specifico  $c = 0,58 \text{ cal g}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$  e che il coefficiente di dilatazione termica della glicerina è  $\gamma = 5,3 \cdot 10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$

*Soluzione:* Il volume finale è dato da

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta T) = 209,12$$

dunque

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta T = 9,12$$

L'aumento di volume è dato da  $\Delta V = \Delta l \cdot S'$  dunque:  $\Delta l = \Delta V/S = 0,33 \text{ cm}$ , pertanto il lavoro compiuto contro la forza  $F$  è :

$$L = F \cdot \Delta l = 1,87 \text{ J}$$

La quantità di calore assorbita dalla glicerina è data da:

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

dove  $m = \varrho V_0 = 252$ ; dunque  $\Delta Q = 12\,570 \text{ J}$

<b>Scritto di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41)</b> <b>14 novembre 2017</b>	<b>Prof. Fabio Garufi</b>	<b>Firma leggibile dello studente</b>
<b>Cognome:</b>	<b>Nome:</b>	<b>Matricola:</b>

ESERCIZIO 1. Un corpo di massa  $m_1 = 1$  kg è posto su un piano liscio orizzontale ed è fissato ad un estremo di una molla di costante elastica  $k = 246 \text{ Nm}^{-1}$  e lunghezza  $l_0 = 0.2\text{m}$ ; l'altro estremo della molla è fissato ad una parete. Il corpo  $m_1$  è connesso tramite una fune ideale inestensibile ed una carrucola, ad un corpo di massa  $m_2 = 2$  kg, che si trova su un piano inclinato liscio che forma un angolo di  $\alpha = 45^\circ$  rispetto all'orizzontale. Calcolare:

<i>10 punti</i>

1. l'allungamento della molla quando il sistema è in equilibrio;
2. la tensione della fune all'equilibrio;
3. supponendo che la molla sia inizialmente nella posizione di riposo e ciascuna massa abbia velocità iniziale  $v_0 = 4$  m/s verso la parete, determinare la distanza percorsa dalle masse quando queste si fermano (supponendo che rimangano solidali)

*Soluzione:* Diagramma delle forze:

All'equilibrio l'accelerazione è nulla, dunque:

$$\begin{aligned} T - k\Delta x &= m_1 a = 0 \\ -T + m_2 g \sin \alpha &= m_2 a = 0 \end{aligned}$$

dunque  $\Delta x = m_2 g \sin \alpha / k = 0,06$  m e  $T = m_2 g \sin \alpha = 13,87$  N.

Per il teorema dell'energia, quando il sistema si ferma partendo da velocità  $v_0$ , l'energia potenziale della molla eguaglia l'energia cinetica iniziale meno il lavoro contro la forza peso

$$\frac{1}{2} k \Delta x^2 = (m_1 + m_2) v_0^2 - m_2 g \Delta x \sin \alpha$$

ESERCIZIO 2. Un'asta sottile omogenea, avente massa  $m = 3$  g e lunghezza  $d = 55$  m ruota nel piano orizzontale attorno ad un asse verticale passante per il suo centro O con velocità angolare  $\omega_0 = 32$  rad/s. Si vuole fermarla in un intervallo di tempo  $\Delta t = 10$ s applicando un momento frenante costante. Determinare:

10 punti

1. il momento frenante;
2. il numero di giri compiuto prima di fermarsi

*Soluzione:* Utilizziamo l'equazione cardinale della dinamica rotazionale:  $M = I\dot{\omega}$ , in cui l'accelerazione angolare la possiamo ricavare dal fatto che la decelerazione è costante e termina con  $\omega = 0$ . Dunque:  $\frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_0}{\Delta t}$ ., Visto che  $I = \frac{md^2}{12}$ :

$$M = \frac{md^2\omega_0}{12\Delta t} = 2,42 \text{ Nm}$$

Il numero di giri lo ricaviamo integrando l'equazione della dinamica rotazionale:

$$2\pi N = \omega_0\Delta t - \frac{1}{2}\dot{\omega}(\Delta t)^2 = \omega_0\Delta t \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

dunque:  $N = \frac{\omega_0\Delta t}{4\pi} = 25$

ESERCIZIO 3. Un cilindro di ottone di sezione  $S = 27 \text{ cm}^2$  contiene un volume  $V_0 = 200 \text{ cm}^3$  di glicerina compresso da un pistone di massa trascurabile che è schiacciato da una forza  $F = 551 \text{ N}$ . Trascurando la dilatazione dell'ottone e scaldando il recipiente da  $t_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $t_2 = 144 \text{ }^\circ\text{C}$ , calcolare:

10 punti

1. l'aumento di volume della glicerina;
2. il lavoro compiuto dalla glicerina contro la forza  $F$ ;
3. la quantità di calore  $\Delta Q$  assorbita dalla glicerina

sapendo che la densità della glicerina a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  è  $\varrho = 1,26 \text{ g cm}^{-3}$  ed il suo calore specifico  $c = 0,58 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e che il coefficiente di dilatazione termica della glicerina è  $\gamma = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

*Soluzione:* Il volume finale è dato da

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta T) = 208,9$$

dunque

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta T = 8,9$$

L'aumento di volume è dato da  $\Delta V = \Delta l \cdot S'$  dunque:  $\Delta l = \Delta V/S = 0,33 \text{ cm}$ , pertanto il lavoro compiuto contro la forza  $F$  è :

$$L = F \cdot \Delta l = 1,82 \text{ J}$$

La quantità di calore assorbita dalla glicerina è data da:

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

dove  $m = \varrho V_0 = 252$ ; dunque  $\Delta Q = 12\,277 \text{ J}$

Soluzione Versione n. 1  
Soluzione Versione n. 4

Soluzione Versione n. 2

Soluzione Versione n. 3